

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-9067-2025-29-5>

УДК 615.014.2:615.454.16:615.32:615.32:615.33

HEMEROCALLIS CITRINA BARONI ЯК ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З АНТИМІКРОБНИМ ВПЛИВОМ

Воробець Н.М.¹, Яворська Г.В.², Кузеляк Х.В.²¹ДНП Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна²Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

Анотація. Пошук альтернативних засобів з антимікробною активністю залишається актуальною проблемою, особливо з огляду на зростання антибіотикорезистентності мікроорганізмів. Потенціал інтродукованих рослин для одержання корисних субстанцій використовується лише частково, зокрема видів роду *Heimerocallis*.

Метою роботи було визначення антимікробної активності водних і водно-етанольних екстрактів листків і квіток *Heimerocallis citrina Baroni* та вмісту в них біологічно активних сполук.

Матеріали та методи. Вміст фенольних сполук, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот в екстрактах листків і квіток *Heimerocallis citrina Baroni* визначали спектрофотометричними методами. Антибактерійну й антифунгальну активність екстрактів визначали методом дифузії в агар.

Результати дослідження. В екстракті листків, виготовленому із 60% водним-етанолом (ВЕ), вміст фенольних сполук і флавоноїдів був найвищим і становив $11,076 \pm 0,093$ мг·г⁻¹ сухої маси в перерахунку на галову кислоту й $1,458 \pm 0,08$ мкг·г⁻¹ сухої маси в перерахунку на кверцетин. Встановлено, що водні та водно-етанольні екстракти листків та квіток *H. citrina* спричиняли інгібування досліджуваних культур мікроорганізмів (бактерій *Bacillus subtilis*, *B. brevis*, *B. cereus* і дріжджів *Candida pseudotropicalis* і *C. parapsilosis*). Екстракти листків *H. citrina*, виготовлені з водним-етанолом, спричиняли менші зони інгібування (ЗІ) більшості тест-культур бактерій, ніж готові лікарські препарати – настоянка шавлії та хлорофілінт. Екстракти квіток *H. citrina* мали виражену інгібувальну дію, спричиняли більші (до 2,4 раза) зони інгібування, ніж ротокан. Екстракт квіток *H. citrina* із 20% водним-етанолом спричиняв зони інгібування *C. pseudotropicalis*, які були в 1,9 раза більші, ніж від флюконазолу. За результатами кореляційного аналізу виявлено статистично достовірні зв'язки ($p < 0,01$) між зонами інгібування *C. parapsilosis* і вмістом флавоноїдів екстрактів листків *H. citrina* із 60% водним-етанолом, а також між зонами інгібування *C. pseudotropicalis* і вмістом гідроксикоричних кислот екстракту листків *H. citrina* із 20% водним-етанолом.

Висновки. Екстракти листків і квіток *Heimerocallis citrina Baroni* багаті на біологічно активні речовини, які впливають на мікроорганізми, тому дослідження вмісту біологічно активних речовин і їхніх біоцидних властивостей залишається перспективним, особливо з урахуванням пошуку їх використання як продуктів функціонального харчування.

Ключові слова: *Heimerocallis citrina Baroni*, водно-етанольні екстракти листків та квіток, антимікробна дія.

Вступ. Поява стійких до антибіотиків мікроорганізмів є глобальною проблемою сучасності [13]. Тому важливим є пошук альтернативних засобів з антимікробною активністю, серед яких потенційними є інтродуковані рослини. З огляду на те, що в Україні інтродуковано приблизно половину видів роду *Heimerocallis*, зокрема вид *Heimerocallis citrina Baroni*, який росте в дикому вигляді та культивується в Азії, зокрема й у Китаї, Японії та Кореї, є доцільним проведення його всебічного дослідження. Квіткові бруньки *H. citrina* високо цінуються як ароматний овоч в азіатській кухні. У різних органах *H. citrina* виявлено низку вторинних метаболітів, зокрема, летких компонентів, флавоноїдів, фенольних кислот, алкалоїдів, терпеноїдів, антрахінонів, фенілпропаноїдів та інших видів сполук [6; 9; 11; 12; 14]. Відомі лікувальні властивості їхніх кореневих бульб, листя та квіток. Квітки *H. citrina* мають протизапальну, антиоксидантну, протиракову, антидепресивну, антимікробну дію, протистоять закрепам, старінню, покращують сон і стимулюють лактацію [8; 14]. У модельних дослідах на мишах виявлено, що сполуки, які

нагромаджуються в листках і квітах *H. Citrina*, серед іншого, мають антидепресивні властивості [5; 10], а їх етанольні екстракти нетоксичні [8], сприяють покращенню сну [14], що актуально в Україні в умовах постійних стресів під час війни. Попри відомості про вміст сполук у *Hemerocallis*, дослідження антимікробних властивостей екстрактів інтродукованих *H. citrina* є поодинокими.

Мета дослідження – визначити вміст фенольних сполук, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот у водних і водно-етанольних екстрактах листків і квіток *Hemerocallis citrina* Baroni, а також антибактерійний і протикандидозний вплив цих екстрактів на спороутворювальні бактерії з роду *Bacillus* і культури дріжджів роду *Candida*.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження були водні та водно-етанольні екстракти листків і квіток *Hemerocallis citrina* Baroni, зібраних із квітучих рослин, вирощених в околицях м. Львова. Квітки та листки висувували до повітряно-сухого стану, подрібнювали в механічному млинку, просіювали через сито діаметром 3 мм та використовували для приготування витягів. Готували екстракти відповідно до вимог Державної фармакопеї України: співвідношення наважки: екстрагент = 1:20 (маса, г/об'єм, мл). Водні екстракти (далі – ВодЕ) та водно-етанольні екстракти (далі – ВодЕЕ), виготовлені із 20-, 60-, 96% водним етанолом (далі – ВЕ) у тому ж співвідношенні, готували на слабо киплячій водяній бані впродовж 30 хв з оберненим холодильником. Після охолодження екстракти фільтрували крізь паперовий фільтр і використовували в експерименті.

Вміст фенольних сполук у витяжці визначали з реагентом Folin-Ciocalteu за методикою, описаною в [15]. 1 мл екстракту змішували з 1 мл реагенту Folin-Ciocalteu (розбавленого у 10 разів). Після інкубації за кімнатної температури впродовж 4 хв до суміші додавали 0,8 мл 7,5% розчину натрію карбонату. Суміш ретельно перемішували протягом 5 с і зберігали за кімнатної температури в темряві впродовж 2 год. Екстинкцію вимірювали за 650 нм на ULAB 102UV. Контрольну пробу готували ідентично, замінюючи 1 мл екстракту на 1 мл бідистильованої води.

Загальний вміст флавоноїдів в екстрактах визначали за методом, описаним у [15]. До 0,3 мл досліджуваного екстракту додавали 90 мкл 5% нітриту натрію. Суміш перемішували 6 хв перед внесенням 180 мкл 10% хлориду алюмінію, після чого залишали на 5 хв за кімнатної температури перед додаванням 0,6 мл 1 М розчину гідроксиду натрію і 330 мкл H_2O . Інкубували протягом 30 хв за кімнатної температури в темряві. Контрольну пробу готували шляхом заміни 1 мл екстракту на 1 мл бідистильованої води.

Визначення вмісту гідроксикоричних кислот проводили спектрофотометричним методом [2]. 2 г подрібненої сировини поміщали в колбу об'ємом 200 мл і додавали 70 мл води, нагрівали на водяній бані з оберненим холодильником протягом 15 хв. Екстракцію повторювали двічі. Екстракти охолоджували та фільтрували, кількісно перенесли в колбу об'ємом 200 мл і доводили об'єм розчину водою до мітки. Оптичну густину отриманого розчину вимірювали за довжини хвилі 325 та 327 нм проти 20% ВЕ.

Для дослідження антибактерійної активності як тест-культури використовували однодобові культури бактерій: *Bacillus subtilis* Б-10-В (VKM B-408), *Bacillus brevis* Б-14-В (VKM B-503 = ATCC 8246) та дводобові культури дріжджів: *Candida pseudotropicalis* Д-14-С (*Kluyveromyces marxianus* ATCC 4922 = VKM Y-922) і *Candida parapsilosis* Д-35-С (ATCC 22019 = UKM Y-73т = VKM Y-58) з музею культур кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка, а також *Bacillus cereus* з ATCC® 11778™ музею культур Центральної лабораторії ТОВ «Нестле Україна».

Тест-культури бактерій *B. subtilis*, *B. brevis* і *B. cereus* вирощували на неселективному триптиказеїновому соєвому агарі (далі – ТСА) 24 год, а дріжджів роду *Candida* – на сусло-агарі або агарі Сабура – 48 год. Як контролю для культур бактерій використовували ципрофлоксацин,

0,3% (1 крапля/лунку), а для дріжджів – флюконазол (150 мг, який суспендували в 5 мл стерильної H_2O дистильованої та додавали 0,2 мл/лунку); розчинники – 20-, 60- і 95% етанол. Для порівняння також використовували: настоянку шавлії виробника ТОВ «ДКП Фармацевтична фабрика» (Житомир), хлорофіліпт етанольний виробника ПАТ «Галичфарм» (Львів) і препарат Ротокан (АТ «Лубнифарм», Полтава).

Антимікробну дію екстрактів визначали методом дифузії в щільне агаризоване середовище, у якому 0,2 мл водного чи водно-етанольного екстракту з лунок дифундує в середовище засіяних суспензіями досліджуваних мікроорганізмів (стандартизовано за 0,5 McFarland, а це приблизно 10^8 – 10^9 клітин/мл). Засіяні чашки клали в термостат на одну-дві доби за температури $28 \pm 1^\circ C$. Після вирощування лінійкою вимірювали діаметр зони інгібування (далі – ЗІ) [3; 15]. Для оцінювання антимікробної активності використовували критерії за [4].

Статистичне опрацювання результатів виконували за допомогою програмного пакета *Microsoft Office Excel 2016*. Роботу було підготовлено в текстовому редакторі *Microsoft Office Word 2016*. Для опрацювання даних використовували статистичну програму *Jamovi 2.3.21*. Дані перевірялися на узгодженість із нормальним розподілом. Шкали узгоджені з нормальним розподілом. Для перевірки гіпотези про зв'язок між діаметром ЗІ із вмістом біологічно активних речовин (далі – БАР) було застосовано параметричні методи, а саме лінійна парна кореляція Пірсона.

Результати дослідження. Водні та водно-етанольні екстракти листків *H. citrina* Baroni по-різному впливали на тест-культури мікроорганізмів, як і використані контрольні препарати (ципрофлосаксин, флюконазол і готові аптечні настоянки) (табл. 1). Найсуттєвіший вплив виявив ВодЕЕ з 95% ВЕ на дріжджі: діаметри ЗІ виявилися в 1,9 і 1,4 раза більшими порівняно із впливом настоянки шавлії та хлорофіліптом щодо *Candida parapsilosis*, в 1,8 і 1,3 раза – щодо *C. pseudotropicalis* (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив екстрактів листків *Nemerocallis citrina* на мікроорганізми (n = 4)

Досліджувана суміш		Тест-культури, діаметр зони інгібування, мм			
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus brevis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida pseudotropicalis</i>
Контроль	20% ВЕ	6,3 $\pm$ 1,0	6,1 $\pm$ 0,6	6,3 $\pm$ 0,6	6,0 $\pm$ 1,0
	60% ВЕ	6,5 $\pm$ 0,6	6,5 $\pm$ 0,6	6,7 $\pm$ 1,2	6,7 $\pm$ 1,2
	96% етанол	7,5 $\pm$ 0,5	7,4 $\pm$ 0,5	7,6 $\pm$ 0,5	6,9 $\pm$ 0,5
	Хлорофіліпт	23,0 $\pm$ 2,4	21,0 $\pm$ 2,3	17,0 $\pm$ 0,8	16,7 $\pm$ 1,2
	Шавлії настоянка	22,7 $\pm$ 1,2	20,0 $\pm$ 2,2	12,7 $\pm$ 0,5	12,0 $\pm$ 0,8
	Ципрофлосаксин, 0,3%	60,0 $\pm$ 0,8	60,0 $\pm$ 0,7	–	–
	Флуконазол 150 мг (0,2 мл/лунку)	–	–	50,3 $\pm$ 0,5	12,7 $\pm$ 0,5
	Екстракт водний	6,3 $\pm$ 0,5	7,0 $\pm$ 0,5	8,0 $\pm$ 0,8	8,3 $\pm$ 0,5
	Екстракт виготовлений із 20% ВЕ	11,7 $\pm$ 1,2	9,3 $\pm$ 0,3	10,3 $\pm$ 0,3	7,0 $\pm$ 0,5
	Екстракт виготовлений із 60% ВЕ	12,0 $\pm$ 1,7	24,7 $\pm$ 0,3	12,7 $\pm$ 1,4	8,3 $\pm$ 0,3
	Екстракт виготовлений із 95% ВЕ	16,3 $\pm$ 0,7	18,3 $\pm$ 0,3	24,0 $\pm$ 0,5	21,3 $\pm$ 0,3

Примітка: ВЕ – водний етанол.

Встановлено, що ВодЕЕ листків *H. Citrina*, виготовлені із 60- і 95% ВЕ, спричиняли ЗІ $25,7 \pm 0,5$ і $20,0 \pm 0,8$ мм на патогенні бактерії *B. Cereus* відповідно (табл. 2).

Визначений загальний вміст фенольних сполук, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот у ВодЕЕ листків *H. citrina* суттєво різняться в досліджуваних екстрактах (табл. 3).

Таблиця 2

Вплив водно-етанольних екстрактів листків *Nemerocallis citrina* на *Bacillus cereus* (n = 4)

Екстракт	Діаметр зони інгібування, мм
виготовлений 20% водним етанолом	6,3 ± 0,5
виготовлений 60% водним етанолом	25,7 ± 0,5
виготовлений 95% водним етанолом	20,0 ± 0,8

Таблиця 3

Загальний вміст фенольних сполук, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот в екстрактах листків *Nemerocallis citrina* (n = 6)

Екстракт	Загальний вміст фенольних сполук, мг·г ⁻¹ сухої маси в перерахунку на галову кислоту	Загальний вміст флавоноїдів, мкг·г ⁻¹ сухої маси в перерахунку на кверцетин	Загальний вміст гідроксикоричних кислот, % у перерахунку на суху масу	
			в еквіваленті на кавову кислоту	в еквіваленті на хлорогенову кислоту
Виготовлений із 20% ВЕ	5,862 ± 0,087	0,522 ± 0,077	1,601 ± 0,081	3,616 ± 0,085
Виготовлений із 60% ВЕ	11,076 ± 0,093	1,458 ± 0,08	2,606 ± 0,083	6,234 ± 0,087
Виготовлений з 95% ВЕ	5,722 ± 0,087	1,359 ± 0,079	1,579 ± 0,08	3,828 ± 0,085

Було проведено кореляційний аналіз щодо зв'язків між зонами інгібування (ЗІ) мікроорганізмів та вмістом БАР досліджуваних екстрактів листків *H. citrina*. Встановлено, що зв'язки між цими показниками різні, зокрема, у табл. 4 вписано значення між тими, де він сильний ($0,7 \geq r$).

Таблиця 4

Результати кореляційного аналізу зон інгібування з БАР екстрактів листків *Nemerocallis citrina* (n = 4, r Пірсона ≥ 0,7)

Екстракт	ЗЗР і БАР				
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus brevis</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida pseudotropicalis</i>
Виготовлений із 20% ВЕ	Гхлор (+0,816)	Немає	Не визначали	Фен (+0,775) Флав (+0,943)* Гкав (+0,878) Гхлор (-0,816)	Гкав (-0,717) Гхлор (+1,000)**
Виготовлений із 60% ВЕ	Фен (+0,921) Гкав (-0,945)*	Гхлор (-0,764)	Фен (-0,866)	Фен (-0,746) Флав (+1,000)**	Фен (+0,827)
Виготовлений із 95% ВЕ	Немає	Немає	Фен (+0,894)	Фен (+0,949)* Флав (+0,981)* Гкав (+0,981)* Гхлор (+0,981)*	Немає

Примітка: Фен – фенольні сполуки, Флав – флавоноїди, Гкав – гідроксикоричні кислоти в перерахунку на кавову кислоту, Гхлор – гідроксикоричні в перерахунку на хлорогенову кислоту; – – негативна кореляція; + – позитивна кореляція; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Як видно з табл. 4, статистичну значущість мали значення між ЗІ *B. subtilis* і гідроксикоричними кислотами (у перерахунку на кавову кислоту) екстракту листків із 60% ВЕ ($p < 0,05$); ЗІ *C. parapsilosis* і флавоноїдами із 20% ВЕ та фенолами, флавоноїдами та гідроксикоричними

кислотами з 95% ВЕ екстрактами листків ($p < 0,05$). Між ЗІ *C. parapsilosis* і флавоноїдами екстрактів листків із 60% ВЕ відзначено статистично значущий зв'язок ($p < 0,01$). Також між ЗІ *C. pseudotropicalis* і гідроксикоричними кислотами (у перерахунку на хлорогенову кислоту) екстракту листків *H. citrina* із 20% ВЕ ($p < 0,01$).

ВодЕ та ВодЕЕ квіток пригнічували досліджувані культури бактерій із діаметром ЗІ від $6,3 \pm 0,3$ до $24,7 \pm 0,3$ мм, а дріжджів – від $6,7 \pm 0,3$ до $24,3 \pm 0,5$ мм (табл. 5). Відзначено, що деякі з досліджуваних екстрактів квіток спричиняли більші ЗІ, ніж ротокан, зокрема із 20% ВЕ щодо *C. pseudotropicalis* у 2,4 раза (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив екстрактів квіток *Nemerocallis citrina* на мікроорганізми (n = 4)

Досліджувана суміш		Тест-культури, діаметр зони інгібування, мм			
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus brevis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida pseudotropicalis</i>
Контроль	96% етанол	$7,5 \pm 0,5$	$7,4 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,5$	$6,9 \pm 0,5$
	Ротокан (1:1 з 96% етанолом)	$13,0 \pm 1,6$	$12,7 \pm 1,7$	$10,7 \pm 0,5$	$10,3 \pm 0,5$
	Ципрофлоксацин, 0,3%	$60,0 \pm 0,8$	$60,0 \pm 0,7$	–	–
	Флуконазол, 150 мг (0,2 мл/лунку)	–	–	$50,3 \pm 0,5$	$12,7 \pm 0,5$
Екстракт водний		$6,3 \pm 0,3$	$24,7 \pm 0,3$	$6,7 \pm 0,3$	$10,7 \pm 0,3$
Екстракт виготовлений із 20% ВЕ		$8,3 \pm 0,9$	$9,3 \pm 0,3$	$18,7 \pm 0,5$	$24,3 \pm 0,5$
Екстракт виготовлений із 60% ВЕ		$9,7 \pm 0,3$	$17,3 \pm 0,3$	$11,7 \pm 0,9$	$12,7 \pm 1,9$
Екстракт виготовлений із 95% ВЕ		$14,3 \pm 0,3$	$14,0 \pm 0,5$	$9,7 \pm 0,5$	$10,3 \pm 0,3$

Примітка: ВЕ – водний етанол.

Встановлено, що вміст фенольних сполук, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот в досліджуваних екстрактах квіток *H. citrina* суттєво різнився (табл. 6).

Таблиця 6

Вміст фенольних сполук, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот в екстрактах квіток *Nemerocallis citrina* (n = 6)

Екстракт	Загальний вміст фенольних сполук, $\text{мг} \cdot \text{г}^{-1}$ сухої маси в перерахунку на галову кислоту	Загальний вміст флавоноїдів, $\text{мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ сухої маси в перерахунку на кверцетин	Загальний вміст гідроксикоричних кислот, % у перерахунку на суху масу і	
			Кавову кислоту	Хлорогенову кислоту
Виготовлений із 20% ВЕ	$4,096 \pm 0,083$	$0,578 \pm 0,078$	$1,946 \pm 0,08$	$4,551 \pm 0,084$
Виготовлений із 60% ВЕ	$6,156 \pm 0,087$	$0,529 \pm 0,077$	$2,270 \pm 0,081$	$5,726 \pm 0,086$
Виготовлений із 95% ВЕ	$5,785 \pm 0,086$	$0,339 \pm 0,076$	$1,398 \pm 0,079$	$3,545 \pm 0,082$

Примітка: ВЕ – водний етанол.

Було проведено кореляційний аналіз щодо зв'язків між ЗІ мікроорганізмів і вмістом БАР досліджуваних екстрактів квіток. Установлено, що зв'язки між цими показниками є різними, зокрема, у табл. 7 вписано значення між тими, де він є сильний ($0,7 \geq r$). Статистичної значущості не мали.

Таблиця 7

**Результати кореляційного аналізу зон затримки росту
з БАР екстрактів квіток *Heimerocallis citrina* (n = 4)**

Екстракт	Критерій Пірсона	ЗЗР і БАР			
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus brevis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida pseudotropicalis</i>
Виготовлений із 20% ВЕ	$0,7 \leq r$	–	Флав (–0,878) Гкав (–0,816) Гхлор (+0,775)	–	–
Виготовлений із 60% ВЕ	$0,7 \leq r$	Гкав (–0,769)	Фен (+0,775) Флав (–0,816)	Фен (+0,775) Флав (+0,816)	–
Виготовлений із 95% ВЕ	$0,7 \leq r$	Флав (+0,775) Гхлор (+0,878)	–	–	Фен (+0,878) Гкав (–0,927) Гхлор (+0,902)

Примітка: Фен – фенольні сполуки, Флав – флавоноїди, Гкав – гідроксикоричні кислоти в перерахунку на кавову кислоту, Гхлор – гідроксикоричні в перерахунку на хлорогенову кислоту; – – негативна кореляція; + – позитивна кореляція; r – кореляція Пірсона.

Дискусія. Беручи до уваги оцінювання результатів впливу рослинних екстрактів [4], згідно з якими, якщо ЗІ більше 13 мм, то мікроорганізми вважають високочутливими до дії цього витягу, можна стверджувати, що виявлено значний вплив ВодЕ та ВодЕЕ листків і квіток *H. citrina* на досліджувані мікроорганізми. Раніше було встановлено антибактерійну дію водно-етанольних екстрактів із близького виду *H. fulva* L. [1]. Можливо, що таку інгібуючу дію екстрактів із *Heimerocallis* зумовлюють різні групи сполук фенольної природи, які є у значних кількостях у цих екстрактах, які, як відомо, пошкоджують мембрани бактеріальних клітин, що призводить до загибелі бактерій. З огляду на те, що квітки й інші органи *H. citrina* використовують у їжу [8; 12], важливим є знання про вміст БАР і їхній вплив на різні мікроорганізми. Квіти цієї рослини розглядають перспективними для розроблення та застосування як функціонального активного інгредієнта, оскільки їхні полісахариди підвищують швидкість адгезії пробіотичних штамів *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium adolescentis* і *Lactobacillus plantarum* на клітинах Сасо-2 [7], очевидно, що і сполуки фенольної природи мають антимікробну дію щодо окремих видів мікроорганізмів.

Висновки. Водні та водно-етанольні екстракти листків і квіток *Heimerocallis citrina* спричиняли значні зони інгібування бактерій *Bacillus subtilis*, *B. brevis*, *B. Cereus*, дріжджів *Candida pseudotropicalis* і *C. parapsilosis*. Екстракти листків спричиняли менші ЗІ більшості тест-культур бактерій, ніж готові лікарські препарати – настоянка шавлії та хлорофіліпт. Екстракти квіток мали виражену інгібувальну дію, спричиняли більші у 2,4 раза ЗІ, ніж ротокан, а екстракт квіток із 20% ВЕ спричиняв ЗІ *C. pseudotropicalis* в 1,9 раза більші, ніж від флюконазолу. В екстракті листків із 60% ВЕ вміст фенольних сполук і флавоноїдів був найвищим і становив $11,076 \pm 0,093$ мг/г сухої маси в перерахунку на галову кислоту й $1,458 \pm 0,08$ мкг/г сухої маси в перерахунку на кверцетин відповідно. За результатами кореляційного аналізу виявлено статистично достовірні зв'язки ($p < 0,01$) між зонами інгібування *C. parapsilosis* і флавоноїдами екстракту листків із 60% ВЕ, а також між ЗІ *C. pseudotropicalis* і гідроксикоричними кислотами (у перерахунку на хлорогенову кислоту) екстракту листків із 20% ВЕ. Отже, екстракти листків і квіток *Heimerocallis citrina* багаті на БАР, які впливають на мікроорганізми, тому їхні мікробіцидні властивості залишаються перспективним напрямом досліджень, особливо з урахуванням можливого використання як продуктів функціонального харчування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воробець Н.М., Яворська Г.В., Кузеляк Х.В., Воронюк О.М. Вплив екстрактів *Hemerocallis fulva* L. на деякі штами мікроорганізмів. *Український журнал лабораторної медицини*. 2023. Т. 1. № 2. С. 4–14. DOI: 10.62.151/2786-9288.1.2.2023.01.
2. Койро О.О., Степанова С.І., Штриголь С.Ю. Кількісне визначення суми гідроксикоричних кислот у сировині яглиці звичайної. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. 2009. Т. 4. № 2. С. 52–55.
3. Яворська Г.В., Воробець Н.М., Яворська Н.Й., Фафула Р.В. Антибактерійна активність екстрактів пагонів *Vaccinium corymbosum* L. *Вісник проблем біології і медицини*. 2022. Вип. 3 (166). С. 124–128. DOI: 10.29254/2077-4214-2022-3-166-120-128.
4. Cappelli G., Mariani F. A Systematic Review on the Antimicrobial Properties of Mediterranean Wild Edible Plants: We Still Know Too Little about Them, but What We Do Know Makes Persistent Investigation Worthwhile. *Foods*. 2021. Vol. 10. № 9. P. 2217. DOI: 10.3390/foods10092217.
5. Du B., Tang X., Liu F., Zhang C., Zhao G., Ren F., Leng X. Antidepressant-like effects of the hydroalcoholic extracts of *Hemerocallis citrina* and its potential active components. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2014. Vol. 14. P. 326. DOI: 10.1186/1472-6882-14-326.
6. Gao S., Lu J., Gu Y., Zhang Y., Wang C., Gao F., Dai Z., Xu S., Zhang J., Yang Y. et al. Revealing the Mechanism of *Hemerocallis citrina* Baroni in Depression Treatment Through Integrated Network Pharmacology and Transcriptomic Analysis. *Pharmaceuticals*. 2024. Vol. 17. P. 1704. <https://doi.org/10.3390/ph17121704>.
7. Ke Q., Wang H., Xiao Y., Kou X., Chen F., Meng Q., Gao W. A Novel Water-Soluble Polysaccharide from Daylily (*Hemerocallis citrina* Baroni): Isolation, Structure Analysis, and Probiotics Adhesion Promotion Effect. *Foods*. 2024. Vol. 13. № 5. P. 721. DOI: 10.3390/foods13050721.
8. Li C.-F., Chen X.-Q., Chen S.-M., Chen X.-M., Geng D., Liu Q., Yi L.-T. Evaluation of the Toxicological Properties and Anti-Inflammatory Mechanism of *Hemerocallis Citrina* in LPS-Induced Depressive-like Mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2017. Vol. 91. P. 167–173. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.04.089.
9. Lv H., Guo S. Comparative analysis of flavonoid metabolites from different parts of *Hemerocallis citrina*. *BMC Plant Biology*. 2023. Vol. 23. № 1. P. 491. DOI: 10.1186/s12870-023-04510-6.
10. Ma T., Sun Y., Wang L., Wang J., Wu B., Yan T., Jia Y. An Investigation of the Anti-Depressive Properties of Phenylpropanoids and Flavonoids in *Hemerocallis citrina* Baroni. *Molecules*. 2022. Vol. 27. № 18. P. 5809. <https://doi.org/10.3390/molecules27185809>.
11. Szewczyk K., Miazga-Karska M., Pietrzak W., Komsta Ł., Krzemińska B., Grzywa-Celińska A. Phenolic composition and skin-related properties of the aerial parts extract of different *Hemerocallis* cultivars. *Antioxidants*. 2020. Vol. 9. № 8. P. 690. DOI: 10.3390/antiox9080690.
12. Wang Y., Zhang H., Teng X., Bei F., Wang F. The differences of nutritional and functional components in different varieties and parts of *Hemerocallis citrina*. *Food Science and Technology*. 2017. Vol. 42. № 6. P. 68–71. DOI: 10.13684/j.cnki.spkj.2017.06.016.
13. WHO. 2023. URL: <https://www.who.int/news/item/22-06-2023-who-outlines-40-research-priorities-on-antimicrobial-resistance>.
14. Zhao R., Luo J., Xu B. Insights into secondary metabolites and health promoting effects of edible flower *Hemerocallis citrina* Baroni. *Journal of Functional Foods*. 2024. Vol. 116. P. 106133. DOI: 10.1016/j.jff.2024.106133.
15. Yavorska H.V., Vorobets N.M., Yavorska N.Y., Fafula R.V. Screening of anticandidal activity of *Vaccinium corymbosum* shoots' extracts and content of polyphenolic compounds during seasonal variation. *Studia Biologica*. 2023. Vol. 17. № 1. P. 3–18. DOI: 10.30970/sbi.1701.699.

Подяка. Щира подяка за люб'язно наданий для роботи умовно-патогенний штам бактерій центральній лабораторії ТОВ «Нестле Україна».

REFERENCES

1. Vorobets, N.M., Yavorska, G.V., Kuzelyak, Kh.B., & Voronyuk, O.M. (2023). Vplyv ekstraktiv *Hemerocallis fulva* L. na deyaki shtamy mikroorhanizmiv [The effect of *Hemerocallis fulva* L. extracts on some strains of microorganisms]. Ukrainian Journal of Laboratory Medicine, 1 (2), 4–14. DOI: 10.62.151/2786-9288.1.2.2023.01 [in Ukrainian].
2. Koïro, O.O., Stepanova, S.I., & Shtrygol, S.Yu. (2009). Kil'kisne vyznachennya sumy hidroksykorychnykh kyslot u syrovyni yahlytsi zvychnoyi [Quantitative determination of the amount of hydroxycinnamic acids in raw materials of common yarrow]. Ukrainian Journal of Clinical and Laboratory Medicine, 4 (2), 52–55 [in Ukrainian].
3. Yavorska, G.V., Vorobets, N.M., Yavorska, N.Y., & Fafula, R.V. (2022). Antybakterial'na aktyvnist' ekstraktiv pahoniv *Vaccinium corymbosum* L. [Antibacterial activity of extracts of *Vaccinium corymbosum* L. shoots]. Bulletin of Problems of Biology and Medicine, 3 (166), 124–128. DOI: 10.29254/2077-4214-2022-3-166-120-128.
4. Cappelli, G., & Mariani, F. (2021). A Systematic Review on the Antimicrobial Properties of Mediterranean Wild Edible Plants: We Still Know Too Little about Them, but What We Do Know Makes Persistent Investigation Worthwhile. *Foods*, 10 (9), 2217. DOI: 10.3390/foods10092217.
5. Du, B., Tang, X., Liu, F., Zhang, C., Zhao, G., Ren, F., & Leng, X. (2014). Antidepressant-like effects of the hydroalcoholic extracts of *Hemerocallis citrina* and its potential active components. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14: 326. DOI: 10.1186/1472-6882-14-326.
6. Gao, S., Lu, J., Gu, Y., Zhang, Y., Wang, C., Gao, F., Dai, Z., Xu, S., Zhang, J., Yang, Y., et al. (2024). Revealing the Mechanism of *Hemerocallis citrina* Baroni in Depression Treatment Through Integrated Network Pharmacology and Transcriptomic Analysis. *Pharmaceuticals*, 17, 1704. DOI: 10.3390/ph17121704.
7. Ke, Q., Wang, H., Xiao, Y., Kou, X., Chen, F., Meng, Q., & Gao, W. (2024). A Novel Water-Soluble Polysaccharide from Daylily (*Hemerocallis citrina* Baroni): Isolation, Structure Analysis, and Probiotics Adhesion Promotion Effect. *Foods*, 13 (5), 721. DOI: 10.3390/foods13050721.
8. Li, C.-F., Chen, X.-Q., Chen, S.-M., Chen, X.-M., Geng, D., Liu, Q., & Yi, L.-T. (2017). Evaluation of the Toxicological Properties and Anti-Inflammatory Mechanism of *Hemerocallis Citrina* in LPS-Induced Depressive-like Mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 91, 167–173. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.04.089.
9. Lv, H., & Guo, S. (2023). Comparative analysis of flavonoid metabolites from different parts of *Hemerocallis citrina*. *BMC Plant Biology*, 23 (1), 491. DOI: 10.1186/s12870-023-04510-6.
10. Ma, T., Sun, Y., Wang, L., Wang, J., Wu, B., Yan, T., & Jia, Y. (2022). An Investigation of the Anti-Depressive Properties of Phenylpropanoids and Flavonoids in *Hemerocallis citrina* Baroni. *Molecules*, 27 (18), 5809. DOI: 10.3390/molecules27185809.
11. Szewczyk, K., Miazga-Karska, M., Pietrzak, W., Komsta, Ł., Krzemińska, B., & Grzywa-Celińska, A. (2020). Phenolic composition and skin-related properties of the aerial parts extract of different *Hemerocallis* cultivars. *Antioxidants*, Vol. 9. № 8. P. 690. DOI: 10.3390/antiox9080690.
12. Wang, Y., Zhang, H., Teng, X., Bei, F., & Wang, F. (2017). The differences of nutritional and functional components in different varieties and parts of *Hemerocallis citrina*. *Food Science and Technology*, 42 (6), 68–71. <https://doi.org/10.13684/j.cnki.spkj.2017.06.016>.
13. WHO (2023). Retrieved from <https://www.who.int/news/item/22-06-2023-who-outlines-40-research-priorities-on-antimicrobial-resistance>.
14. Zhao, R., Luo, J., & Xu, B. (2024). Insights into secondary metabolites and health promoting effects of edible flower *Hemerocallis citrina* Baroni. *Journal of Functional Foods*, 116. 106133. DOI: 10.1016/j.jff.2024.106133.
15. Yavorska, H.V., Vorobets, N.M., Yavorska, N.Y., & Fafula, R.V. (2023). Screening of anticandidal activity of *Vaccinium corymbosum* shoots' extracts and content of polyphenolic compounds during seasonal variation. *Studia Biologica*, 17 (1), 3–18. DOI: 10.30970/sbi.1701.699

Acknowledgements. Sincere gratitude for the kind provision of the opportunistic bacterial strain for work to the central laboratory of Nestle Ukraine LLC.

HEMEROCALLIS CITRINA BARONI AS A PROMISING SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES WITH ANTIMICROBIAL EFFECT

Vorobets N.M., Yavorska H.V., Kuzelyak H.V.

Abstract. Various classes of plant phenolic compounds are considered to be beneficial for health and indispensable components in nutraceuticals, pharmaceuticals, medicine, cosmetics and other applications, in particular as those with antimicrobial properties. Therefore, it is important to search for alternative agents with antimicrobial activity, among which introduced plants are potential. In particular, the species *Hemerocallis citrina Baroni* has been introduced in Ukraine, and it is advisable to conduct a comprehensive study of it.

The aim of the work was to investigate the phenolics', flavonoids', and hydroxycinnamic acids' content, and antimicrobial activity of the aquatic and hydroalcoholic extracts of the flowers and leaves of *Hemerocallis citrina Baroni*.

Materials and methods. Plant parts were extracted with 20%, 60% 96% aqueous ethanol (AE) in reflux conditions to obtain the crude extracts. Phenolic content was determined by the Folin-Ciocalteu method, flavonoids and hydroxycinnamic acids spectrophotometrically. The antimicrobial activity of extracts was evaluated against *Bacillus subtilis*, *B. brevis*, *Candida parapsilosis* and *C. pseudotropicalis*. The zone of inhibition of the plant extracts were evaluated by the agar diffusion disc method.

Research results. Total phenolic and flavonoid content of the extracts was higher in leaves (5,772–11,076 mg·g⁻¹ DW in GAE) than in flowers (4,096–6,156 mg·g⁻¹ DW in GAE). It was found that *H. citrina* leaf extracts prepared with 60- and 95% AE caused ZI of 25,7 ± 0,5 and 20,0 ± 0,8 mm on the pathogenic bacteria *B. cereus*, respectively. The diameter of the inhibition zones of leaf extracts prepared with 20, 60 and 96% AE against *B. subtilis* was 11,7–16,3 mm. Against *B. brevis*, high activity was observed in extracts with 60 and 96% AE: 24,7 and 18,3 mm, respectively. Only extracts with 96% AE had a significant effect on *Candida parapsilosis* and *C. pseudotropicalis*: 24,0 and 21,3 mm ZI, respectively. According to the results of correlation analysis, statistically significant relationships ($p < 0,01$) were found between the zones of inhibition of *C. parapsilosis* and flavonoids of *H. citrina* leaf extract with 60% AE, as well as between *C. pseudotropicalis* ZI and hydroxycinnamic acids (in terms of chlorogenic acid) of *H. citrina* leaf extract with 20% AE.

Conclusion. The present research may contribute to demonstrating that *H. citrina* is a source of compounds for the development of new therapeutic drugs with antimicrobial activity.

Key words: *Hemerocallis citrina Baroni*, aqueous-ethanolic extracts of leaves and flowers, antimicrobial activity.

Воробець Наталія Миколаївна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3831-5871>

Яворська Галина Василівна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0641-0794>

Кузеляк Христина Василівна